Jc986 U.S. PTO
09/976077
10/15/01

日　本　国　特　許　庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application: ２００１年　２月　１日

出願番号
Application Number: 特願２００１－０２５４６３

出願人
Applicant(s): コニカ株式会社

２００１年　８月　３日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office 及川耕造

出証番号　出証特２００１－３０６９５４３

【書類名】　特許願
【整理番号】　DTM00495
【あて先】　特許庁長官殿
【国際特許分類】　G03B 27/58
　　F16C 13/00
【発明者】
　【住所又は居所】　東京都八王子市石川町２９７０番地　コニカ株式会社内
　【氏名】　木村　徹
【特許出願人】
　【識別番号】　000001270
　【氏名又は名称】　コニカ株式会社
　【代表者】　植松　富司
【代理人】
　【識別番号】　100107272
　【弁理士】
　【氏名又は名称】　田村　敬二郎
【選任した代理人】
　【識別番号】　100109140
　【弁理士】
　【氏名又は名称】　小林　研一
【手数料の表示】
　【予納台帳番号】　052526
　【納付金額】　21,000円
【提出物件の目録】
　【物件名】　明細書　1
　【物件名】　図面　1
　【物件名】　要約書　1
【その他】　平成１３年１月２９日提出の包括委任状を援用する。
【プルーフの要否】　要

【書類名】　明細書

【発明の名称】　カップリングレンズ、集光光学系、光学素子、光ピックアップ装置、記録装置及び再生装置

【特許請求の範囲】

【請求項１】　光源から射出された発散光の発散角を変え、対物レンズに入射させるためのカップリングレンズであって、

前記カップリングレンズは、

少なくとも１つの面が輪帯状の回折構造を有する回折面とされ、

前記光源の基準波長よりも１０ｎｍ短い波長に対し焦点距離が長くなるように軸上色収差が過剰補正され、

次式を満たすことを特徴とするカップリングレンズ。

$$0.05 \leqq NA \leqq 0.50$$

ただし、ＮＡ：カップリングレンズの開口数

【請求項２】　次式を満たすことを特徴とする請求項１記載のカップリングレンズ。

$$0.3 < P_D / P_{TOTAL} < 3.0$$

ただし、

P_D：前記カップリングレンズの第ｉ面に形成された回折構造を$\Phi_{bi} = b_{2i} h^2 + b_{4i} h^4 + b_{6i} h^6 + \cdots$により定義される光路差関数で表したとき（ここで、ｈは光軸からの高さ（ｍｍ）であり、b_{2i}、b_{4i}、b_{6i}、・・・は、それぞれ２次、４次、６次、・・・の光路差関数係数である）、$P_D = \Sigma(-2 \cdot b_{2i})$により定義される回折構造のみのパワー（$mm^{-1}$）

P_{TOTAL}：屈折パワーと前記回折構造による回折パワーとを合わせたカップリングレンズ全系のパワー（mm^{-1}）

【請求項３】　前記基準波長をλ（ｍｍ），基準波長における焦点距離をｆ（ｍｍ），前記第ｉ面に形成された回折構造で発生する回折光のうち最大の回折光量をもつ回折光の次数をｎｉ，第ｉ面の有効径内の回折構造の輪帯数をＭｉ，第ｉ面の有効径内の回折構造の輪帯間隔の最小値をＰｉ（ｍｍ）としたとき、次式を満たすことを特徴とする請求項１または２記載のカップリングレンズ。

$$0.1 \leqq f \cdot \lambda \cdot \Sigma (ni / (Mi \cdot Pi^2)) \leqq 3.0$$

【請求項４】　前記基準波長をλ（ｍｍ）、前記基準波長からの微少な波長の変化をΔλ（ｍｍ）、前記基準波長における焦点距離をｆ（ｍｍ）、前記光源の波長が前記基準波長からΔλ（ｍｍ）だけ変化したときの焦点距離の変化をΔｆ（ｍｍ）としたとき、次式を満たすことを特徴とする請求項１，２または３記載のカップリングレンズ。

$$-0.12 \leqq (\Delta f / f) \cdot NA \cdot (\lambda / \Delta\lambda) \cdot \lambda \leqq -0.01$$

【請求項５】　２つ以上の面が輪帯状の回折構造を有する回折面とされたことを特徴とする請求項１～４のいずれか１項に記載のカップリングレンズ。

【請求項６】　少なくとも１つの面が非球面とされ、次式を満たすことを特徴とする請求項１～５のいずれか１項に記載のカップリングレンズ。

$$0.10 \leqq NA \leqq 0.50$$

【請求項７】　プラスチック材料から形成されたことを特徴とする請求項１～６のいずれか１項に記載のカップリングレンズ。

【請求項８】　６００ｎｍ以下の波長の光を発生する光源と、前記光源から出射された発散光の発散角を変えるカップリングレンズと、前記カップリングレンズを介した光束を光情報記録媒体の情報記録面に集光させる対物レンズと、を含む、光情報記録媒体の記録および／または再生用の集光光学系であって、

前記カップリングレンズは請求項１～７のいずれか１項に記載のカップリングレンズであって、

前記光源が±１０ｎｍ以下の波長変化を発生したときの波長変化に伴って前記対物レンズで生じる軸上色収差と、前記カップリングレンズの回折構造で生じる軸上色収差とが相殺することを特徴とする集光光学系。

【請求項９】　前記対物レンズは、像側開口数が０．７以上であり、アッベ数が６５以下の光学材料から形成されていることを特徴とする請求項８に記載の集光光学系。

【請求項１０】 前記対物レンズと前記カップリングレンズとを合わせた合成系は、前記光源の波長が長波長側にシフトした場合にバックフォーカスが短くなる方向に変化するような軸上色収差特性を有し、波長の変化に対するマージナ

ル光線の球面収差の変化量をΔＳＡ、軸上色収差の変化量をΔＣＡとして、次式を満たすことを特徴とする請求項８または９に記載の集光光学系。

$$-1<\Delta CA/\Delta SA<0$$

【請求項１１】　前記光源の波長が＋１０ｎｍ変化したときの前記カップリングレンズと前記対物レンズとの合成系の焦点位置の変化をΔｆＢ（μｍ）とし、前記光情報記録媒体の記録または再生を行うのに必要な前記対物レンズの所定の像側開口数をNA_{OBJ}としたとき、前記合成系の軸上色収差が次式を満たすことを特徴とする請求項８，９または１０に記載の集光光学系。

$$|\Delta fB\cdot(NA_{OBJ})^{2}|\leqq 2.5\mu m$$

【請求項１２】　光源と、前記光源から出射された発散光の発散角を変えるカップリングレンズと、前記カップリングレンズを介した光束を光情報記録媒体の情報記録面に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、を備え、前記情報記録面からの反射光を検出することで前記光情報記録媒体に対する情報の記録および／または再生を行う光ピックアップ装置であって、

前記集光光学系が請求項８～１１のいずれか１項に記載の集光光学系であることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項１３】　請求項１２に記載の光ピックアップ装置を搭載したことを特徴とする、音声および／または画像の記録装置、および／または、音声および／または画像の再生装置。

【請求項１４】　平面上に輪帯状の回折構造が形成された一方の光学面と、その反対側の面に球面および／または非球面からなる光学面とを有する光学素子。

【請求項１５】　前記平面上に形成された回折構造はブレーズ構造であることを特徴とする請求項１４に記載の光学素子。

【請求項１６】　使用波長をλ（ｍｍ）、前記平面上に形成された回折構造の有効径内における輪帯間隔の最小値をＰ（ｍｍ）としたとき、次式を満たすことを特徴とする請求項１４または１５に記載の光学素子。

$$P/\lambda<30$$

【請求項１７】　次式を満たすことを特徴とする請求項１６に記載の光学素

子。

$$P/\lambda < 20$$

【請求項１８】　前記球面および／または非球面からなる光学面は屈折面であることを特徴とする請求項１４～１７のいずれか１項に記載の光学素子。

【請求項１９】　前記球面および／または非球面からなる光学面は輪帯状の回折構造が付加されていることを特徴とする請求項１４～１８のいずれか１項に記載の光学素子。

【請求項２０】　使用波長をλ（ｍｍ）、前記球面および／または非球面からなる光学面上に形成された回折構造の有効径内における輪帯間隔の最小値をＰ（ｍｍ）としたとき、次式を満たすことを特徴とする請求項１９に記載の光学素子。

$$P/\lambda > 20$$

【請求項２１】　請求項１４～２０のいずれか１項に記載の光学素子を備えたことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項２２】　請求項１～７のいずれか１項に記載のカップリングレンズが請求項１４～２０のいずれか１項に記載の光学素子から構成されたことを特徴とするカップリングレンズ。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光源からの光束を対物レンズに入射させるためのカップリングレンズ、集光光学系、光学素子、光ピックアップ装置、記録装置及び再生装置に関するものである。

【０００２】

【従来の技術】

近年、短波長赤色半導体レーザの実用化に伴い、従来の光ディスク（「光情報記録媒体」ともいう）である、ＣＤ（コンパクトディスク）と同程度の大きさで大容量化させた高密度の光ディスクであるＤＶＤ（デジタルバーサタイルディスク）が開発・製品化されているが、近い将来には、より高密度な次世代の光ディ

スクが登場することが予想される。このような次世代の光ディスクを媒体とした光情報記録再生装置の集光光学系では、記録信号の高密度化を図るため、或いは高密度記録信号を再生するため、対物レンズを介して情報記録面上に集光するスポットの径を小さくすることが要求される。そのため、対物レンズの高開口数化に加え、光源であるレーザの短波長化が図られている。短波長レーザ光源としてその実用化が期待されているのは、発振波長４００ｎｍ程度の青紫色半導体レーザである。

【０００３】

ところで、レーザ光源の短波長化が図られてくると、レーザ光源の微少な発振波長の変動により対物レンズで生じる軸上色収差が問題となる。光ピックアップ装置において光源として用いられる半導体レーザから出射される光束の波長は一般に単色であるので、対物レンズでは軸上色収差は発生しないと思われているが、出力の変化により瞬時的に波長が数ｎｍほど変化するモードホップ現象を起こす場合がある。対物レンズの軸上色収差が補正されていない場合には、モードホップ現象によって集光位置が変化し、情報の記録および／または再生に誤りが生じる可能性がある。光源の波長が短くなるに従い集光位置の変化量は大きくなるで、光ピックアップ装置の光源として発振波長６００ｎｍ以下の短波長半導体レーザ、特に発振波長４００ｎｍ程度の青紫色半導体レーザを用いた場合は、対物レンズで発生する軸上色収差の補正が必要となる。

【０００４】

また、現在、回折光学素子は光ピックアップ装置において高性能な収差補正素子として利用されているが、かかる回折光学素子では回折効率の低下を防ぐために回折構造を設計値に限りなく近い形状で形成することが重要となる。しかし、上述のように近い将来実用化が予想される青紫色半導体レーザのような短波長光源や高開口数の対物レンズを使用する光ピックアップ装置に回折光学素子を用いた場合、色収差等の補正のために必要な回折のパワーが大きくなるので、回折構造の周期、たとえばブレーズ構造のブレーズの間隔は使用波長の数倍程度、すなわち数μｍ程度となる。現在、一般に回折光学素子の金型の作製方法として利用されているダイヤモンド超精密切削技術（ＳＰＤＴ）では、バイト先端の形状が

ブレーズ構造の段差に転写されるため位相不整合部分が必ず生じてしまう。そのため、使用波長の数倍程度のような周期の小さい回折構造の場合は、位相不整合部分の影響が大きく現れるので、十分な回折効率が得られないという問題がある。

【０００５】

数μｍ程度の周期の小さい回折構造を形成する公知の方法として、電子ビーム描画方式があるが、この方法による回折構造の形成の流れは以下のようである。まず、基板上ににフォトレジストを塗布し、次いで電子ビーム露光装置によりこのフォトレジスト上を走査しながら回折構造の形状分布に対応する電子ビーム露光量分布を与える。次ぎに、エッチング工程とメッキ工程を経ることによりフォトレジストを除去して基板上に回折構造の凹凸パターンを形成する。このような電子ビーム描画方式により微少なブレーズ構造を平板の基板上に形成した回折素子としてOptics Japan 99',23a A2(1999)による回折レンズが知られている。

【０００６】

しかし、光ピックアップ装置に用いられる回折光学素子では回折構造による回折作用と屈折面における屈折作用とを適切に組み合わせて収差補正を行うので、屈折パワーを持たない平板の基板上に回折構造が形成された上記の回折レンズは収差補正素子として光ピックアップ装置に用いることができないという問題がある。

【０００７】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、レーザ光源のモードホップ現象等に起因して対物レンズで発生する軸上色収差を効果的に補正できるカップリングレンズ、集光光学系、光ピックアップ装置、記録装置及び再生装置を提供することを目的とする。

【０００８】

また、光ピックアップ装置に用いられる回折構造を有する光学素子であって、電子ビーム描画方式により回折構造を形成可能な形状を有する回折光学素子及びかかる回折光学素子を備えた光ピックアップ装置を提供することを目的とする。

【０００９】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明によるカップリングレンズは、光源から射出された発散光の発散角を変え、対物レンズに入射させるためのカップリングレンズであって、前記カップリングレンズは、少なくとも１つの面が輪帯状の回折構造を有する回折面とされ、前記光源の基準波長よりも１０ｎｍ短い波長に対し焦点距離が長くなるように軸上色収差が過剰補正され、次式を満たすことを特徴とする。

【００１０】

$$0.05 \leqq NA \leqq 0.50 \qquad (1)$$

ただし、ＮＡ：カップリングレンズの開口数

【００１１】

なお、カップリングレンズの開口数NA_{COL}は、光源から出射する光束のうち最大の傾角をθとした場合、$NA_{COL}=\sin\theta$

で定義でき、対物レンズの像側開口数NA_{OBJ}とは以下のような関係がある。

$NA_{COL}=NA_{OBJ}\times(f1/f2)$

ただし、ｆ１：対物レンズの焦点距離（ｍｍ）

ｆ２：カップリングレンズの焦点距離（ｍｍ）

【００１２】

このカップリングレンズによれば、光情報記録媒体への記録および／または再生時に光源からの発散光の発散角を変え対物レンズに入射させるためのカップリングレンズを、少なくとも１つの面に設けた輪帯状の回折構造の回折作用により１０ｎｍ程度の波長変動で軸上色収差が過剰に補正された回折レンズとすることで、対物レンズなどのその他の光学素子で発生する軸上色収差と相殺して補正することができるカップリングレンズを得ることができる。カップリングレンズに入射する光源からの射出光の発散度は小さいので、一般に、カップリングレンズは対物レンズに比べ屈折力が小さくてすみ、製造時の要求精度が対物レンズほど厳しくなく、またワーキングディスタンスなどの制約が少ないため、収差補正に余裕がある。軸上色収差をカップリングレンズレンズで補正するようにすれば、軸上色収差を厳しく補正していない対物レンズでも、このカップリングレンズと

組み合わせて用いることで、波長変動による結像性能への影響が顕著に出る高密度光情報記録再生用の集光光学系の対物レンズとして使用可能となる。このとき、カップリングレンズの開口数が式（１）を満たすことが好ましい。式（１）において下限以上であると、カップリングレンズの焦点距離が大きくなり過ぎないので対物レンズと組み合わせたときの合成系の全長が大きくなりすぎず、コンパクトな集光光学系とすることができる。また、上限以下であると、カップリングレンズの開口数が大きくなりすぎないので、カップリングレンズで発生する収差を小さく押さえることができる。

【００１３】

上述のカップリングレンズでは、次式を満たすことが好ましい。

【００１４】

$$0.3 < P_D / P_{TOTAL} < 3.0 \qquad (2)$$

ただし、P_D：前記カップリングレンズの第ｉ面に形成された回折構造を次の式

$$\Phi_{bi} = b_{2i} h^2 + b_{4i} h^4 + b_{6i} h^6 + \cdots \qquad (A)$$

により定義される光路差関数で表したとき（ここで、ｈは光軸からの高さ（ｍｍ）であり、b_{2i}、b_{4i}、b_{6i}、・・・は、それぞれ２次、４次、６次、・・・の光路差関数係数である）、$P_D = \Sigma(-2 \cdot b_{2i})$により定義される回折構造のみのパワー（$mm^{-1}$）

P_{TOTAL}：屈折パワーと前記回折構造による回折パワーとを合わせたカップリングレンズ全系のパワー（mm^{-1}）

【００１５】

上述のように、回折構造のみのパワーが式（２）を満たすようにカップリングレンズの回折構造を決定することで、カップリングレンズで発生する軸上色収差によって、対物レンズなどのその他の光学素子で発生する軸上色収差を良好に相殺補正することができる。式（２）の下限以上でカップリングレンズと対物レンズを介して光情報記録媒体の情報記録面上にスポットを結んだときの波面の軸上色収差が補正不足になり過ぎず、上限以下でカップリングレンズと対物レンズを

介して光情報記録媒体の情報記録面上にスポットを結んだときの波面の軸上色収差が補正過剰になり過ぎない。

【００１６】

また、前記基準波長をλ（ｍｍ），基準波長における焦点距離をｆ（ｍｍ），前記第ｉ面に形成された回折構造で発生する回折光のうち最大の回折光量をもつ回折光の次数をｎｉ，第ｉ面の有効径内の回折構造の輪帯数をＭｉ，第ｉ面の有効径内の回折構造の輪帯間隔の最小値をＰｉ（ｍｍ）としたとき、次式を満たすことが好ましい。

【００１７】

$$0.1 \leqq f \cdot \lambda \cdot \Sigma (ni / (Mi \cdot Pi^2)) \leqq 3.0 \qquad (3)$$

【００１８】

条件式（３）を満足するようにカップリングレンズの回折構造を構成すると、カップリングレンズで発生する軸上色収差によって対物レンズなどのその他の光学素子で発生する軸上色収差を良好に相殺補正することができる。式（３）の下限以上でカップリングレンズと対物レンズを介して光情報記録媒体の情報記録面上にスポットを結んだときの波面の軸上色収差が補正不足になり過ぎず、上限以下でカップリングレンズと対物レンズを介して光情報記録媒体の情報記録面上にスポットを結んだときの波面の軸上色収差が補正過剰になり過ぎない。

【００１９】

また、前記基準波長をλ（ｍｍ）、前記基準波長からの微少な波長の変化をΔλ（ｍｍ）、前記基準波長における焦点距離をｆ（ｍｍ）、前記光源の波長が前記基準波長からΔλ（ｍｍ）だけ変化したときの焦点距離の変化をΔｆ（ｍｍ）としたとき、次式を満たすことが好ましい。

【００２０】

$$-0.12 \leqq (\Delta f / f) \cdot NA \cdot (\lambda / \Delta\lambda) \cdot \lambda \leqq -0.01 \qquad (4)$$

【００２１】

上述のように、１０ｎｍ程度の微少な波長変動に対するカップリングレンズの焦点距離の変化量が式（４）を満たすことが好ましい。式（４）において下限以上であると、カップリングレンズと対物レンズとを介して光情報記録媒体の情報

記録面にスポットを結んだときの波面の軸上色収差が補正過剰になり過ぎず、上限以下であると、カップリングレンズと対物レンズとを介して光情報記録媒体の情報記録面にスポットを結んだときの波面の軸上色収差が補正不足になり過ぎない。

【００２２】

また、上述のカップリングレンズの２つ以上の面が輪帯状の回折構造を有する回折面とされることにより、回折パワーを２つ以上の面に分配することで、回折輪帯の間隔を大きくすることができるので、製造しやすく、それでいて回折効率の良いカップリングレンズとすることができる。

【００２３】

また、少なくとも１つの面が非球面とされ、次式を満たすことが好ましい。

【００２４】

$$0.10 \leqq NA \leqq 0.50 \qquad (5)$$

このように、カップリングレンズの開口数が０．１０以上となる場合は、少なくとも１つの面を非球面とすることが好ましい。これにより、カップリングレンズで発生する収差を良好に補正することができる。

【００２５】

上述のカップリングレンズをプラスチック材料から形成することで、回折構造や非球面を容易に付加することができ、かつ安価に大量生産することができる。製造方法としては、金型を用いた射出成形法が好ましい。カップリングレンズをプラスチック材料から形成する場合、使用波長領域における厚さ３ｍｍの内部透過率が８５％以上である材料から形成されていることが好ましく、また、飽和吸水率が０．５％以下である材料から形成されていることが好ましい。なお、プラスチック材料としては、ポリオレフィン系樹脂が好ましく、ポリオレフイン系のノルボルネン系樹脂がより好ましい。

【００２６】

また、本発明による集光光学系は、６００ｎｍ以下の波長の光を発生する光源と、前記光源から出射された発散光の発散角を変えるカップリングレンズと、前記カップリングレンズを介した光束を光情報記録媒体の情報記録面に集光させる

対物レンズと、を含む、光情報記録媒体の記録および／または再生用の集光光学系であって、前記カップリングレンズは上述のカップリングレンズであって、前記光源が±１０ｎｍ以下の波長変化を発生したときの波長変化に伴って前記対物レンズで生じる軸上色収差と、前記カップリングレンズの回折構造で生じる軸上色収差とが相殺することを特徴とする。

【００２７】

この集光光学系によれば、６００ｎｍ以下の発振波長を発生する光源を用いることで従来の光情報記録媒体よりも高密度に記録および／または高密度記録された情報の再生が光情報記録媒体に対して可能となるが、前述したように集光光学系、特に対物レンズで発生する軸上色収差が問題となるが、対物レンズで発生する軸上色収差と逆極性の軸上色収差をカップリングレンズに設けた回折構造で発生させることで、集光光学系を介して光情報記録媒体の情報記録面にスポットを結んだときの波面は軸上色収差が相殺された状態であり、集光光学系全体として光源の波長変動の範囲内で良好に軸上色収差が補正された系とすることができる。

【００２８】

また、像側開口数が０．７以上であり、アッベ数が６５以下の光学材料から形成されている対物レンズを６００ｎｍ以下の短波長光源を利用する光ピックアップ装置に使用した場合，対物レンズで軸上色収差が比較的大きく発生してしまい、安定した情報の記録および／または再生ができなくなる恐れがある。しかし、上述のように対物レンズで発生する軸上色収差と逆極性の軸上色収差をカップリングレンズで発生させるので、軸上色収差を厳しく補正していない対物レンズでも本発明によるカップリングレンズと組み合わせて使うことで６００ｎｍ以下の短波長光源を利用する光ピックアップ装置に適用可能となる。

【００２９】

また、前記対物レンズと前記カップリングレンズとを合わせた合成系は、前記光源の波長が長波長側にシフトした場合にバックフォーカスが短くなる方向に変化するような軸上色収差特性を有し、波長の変化に対するマージナル光線の球面収差の変化量をΔＳＡ、軸上色収差の変化量をΔＣＡとして、次式を満たすこと

が好ましい。

【００３０】

$$-1<\Delta CA/\Delta SA<0 \qquad (6)$$

【００３１】

このように、対物レンズと軸上色収差が過剰補正されたカップリングレンズとを合わせた合成系は、前記光源の波長が長波長側にシフトした場合に、バックフォーカスが短くなる方向に変化するような軸上色収差特性を有し、式（６）を満たすことで、カップリングレンズの回折構造の作用により合成系の軸上色収差を補正過剰とすることにより基準波長の球面収差カーブと長・短波長側の球面収差カーブを交差させることが好ましい。これにより、光源の波長がシフトした際の最適書き込み位置の移動を小さく抑えることが可能となり、光源のモードホップ現象や高周波重畳時の波面収差の劣化の小さい合成系とすることができる。

【００３２】

更に、カップリングレンズの回折の作用により、長・短波長側の球面収差カーブを基準波長の球面収差カーブと平行になるように補正しかつ合成系の軸上色収差を完全補正するよりも、上記のように長・短波長側の球面収差は補正せずに、合成系の軸上色収差を補正過剰とすることで基準波長の球面収差カーブと長・短波長側の球面収差カーブを交差させた方が、収差補正に必要な回折のパワーが少なくてすむので、回折輪帯の間隔を大きくかつ輪帯数を少なくすることができ、金型加工の時間の短縮および回折効率の向上を達成できる。レーザ光源にはその発振波長に±１０ｎｍ程の個体差があるが、上述のように基準波長の球面収差カーブと長・短波長側の球面収差カーブが交差するように球面収差が補正された合成系の光源として基準波長から発振波長がずれたレーザ光源を使用する場合は、カップリングレンズを光軸方向に沿って変移させて対物レンズに入射する光束の発散度を変化させることで、その波長における球面収差を補正することができるので、この合成系を搭載した光ピックアップ装置ははレーザ光源の選択の必要がない。

【００３３】

また、前記光源の波長が＋１０ｎｍ変化したときの前記カップリングレンズと

前記対物レンズとの合成系の焦点位置の変化をΔｆＢ（μｍ）とし、前記光情報記録媒体の記録または再生を行うのに必要な前記対物レンズの所定の像側開口数をNA_{OBJ}としたとき、前記合成系の軸上色収差が次式を満たすことが好ましい。

【００３４】

$$|\Delta fB\cdot(NA_{OBJ})^{2}|\leqq 2.5\mu m \qquad (7)$$

このように、集光光学系の軸上色収差、すなわちカップリングレンズと対物レンズとの合成系の軸上色収差が式（７）を満たすことが好ましい。

【００３５】

また、本発明による光ピックアップ装置は、光源と、前記光源から出射された発散光の発散角を変えるカップリングレンズと、前記カップリングレンズを介した光束を光情報記録媒体の情報記録面に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、を備え、前記情報記録面からの反射光を検出することで前記光情報記録媒体に対する情報の記録および／または再生を行う光ピックアップ装置であって、前記集光光学系が上述の集光光学系であることを特徴とする。

【００３６】

この光ピックアップ装置は、ＤＶＤよりも高密度・大容量の次世代の光情報記録媒体に対する記録および／または再生を行うための光ピックアップ装置に関する。上述したような軸上色収差の良好に補正された集光光学系を搭載することで、６００ｎｍ以下の発振波長を発生する光源を用いた場合でも安定した情報の記録または再生を行うことができる。

【００３７】

また、本発明による音声・画像の記録装置・再生装置は、上述の光ピックアップ装置を搭載したことにより、ＤＶＤよりも高密度・大容量の次世代の光情報記録媒体に対して音声・画像の記録または再生を良好に行うことができる。

【００３８】

また、光ピックアップ装置に用いられる回折光学素子における上述の従来技術の問題点を解決するために、本発明者は、ある光学素子について片側の光学面を

平面、他方の光学面を球面／または非球面とし、さらに平面とされた光学面上に輪帯状の回折構造を形成した形状を提案した。

【００３９】

即ち、光学素子の平面側に回折構造を付加したので、その回折構造の形成に電子ビーム描画方式を比較的容易に用いることができる。また、金型を用いた成形方によりこの光学素子を作製する場合は、上記の平面側に対応する金型の光学面は当然に平面状であるので、その金型の回折構造の形成にも電子ビーム描画方式を比較的容易に用いることができる。

【００４０】

また、上述の光学素子において、使用波長をλ（ｍｍ）、前記平面上に形成された回折構造の有効径内における輪帯間隔の最小値をＰ（ｍｍ）としたとき、次式（８）、好ましくは次式（９）を満たすようにし、回折構造の周期の小さな回折面を平面の光学面上に設けることにより、電子ビーム描画方式による高精度な輪帯構造の形成が可能となる。

【００４１】

$$P/\lambda < 30 \qquad (8)$$

【００４２】

$$P/\lambda < 20 \qquad (9)$$

【００４３】

また、球面および／または非球面である他方の光学面を屈折面とすることにより、回折作用と屈折作用とを適切に組み合わせて収差補正を精緻に行うことができる。

【００４４】

また、球面および／または非球面とされた光学面上に輪帯状の回折構造を付加することで両面を回折面としても良く、両面を回折面とすることにより、回折面の収差補正機能に余裕ができるので、本発明による光学素子をより高性能な収差補正素子として利用することができる。

【００４５】

また、球面および／または非球面とされた光学面上に輪帯状の回折構造を付加

する場合、その回折構造を次式（１０）を満たすように構成すると、従来の回折構造の創成技術であるＳＰＤＴ（ダイヤモンド超精密切削技術）による金型加工が可能である。

【００４６】

$$P/\lambda > 20 \qquad (10)$$

【００４７】

また、上述の光学素子から構成されたカップリングレンズとすることができる。

【００４８】

【発明の実施の形態】

以下、本発明による実施の形態について図面を用いて説明する。

【００４９】

〈第１の実施の形態〉

【００５０】

図１は本発明の第１の実施の形態による光ピックアップ装置を概略的に示す図である。

【００５１】

図１の光ピックアップ装置は、１群１枚構成の対物レンズ１と、光源である半導体レーザ３と、光源３から射出される発散光の発散角を変換する１群１枚構成のカップリングレンズ２と、光情報記録媒体の情報記録面５からの反射光を受光する光検出器４とを備える。半導体レーザ３は、６００ｎｍ以下の波長のレーザ光を発生させ、従来の光情報記録媒体よりも高密度に情報記録面５に記録された情報の再生および／または従来の光ディスクよりも高密度に情報記録面５への情報の記録が可能である。

【００５２】

図１の光ピックアップ装置は、更に、情報記録面５からの反射光を光検出器４に向けて分離するビームスプリッタ６と、カップリングレンズ２と対物レンズ１との間に配置された１／４波長板７と、対物レンズ１に前置された絞り８と、集光レンズ９と、フオーカス及びトラッキング用の２軸アクチュエータ１０とを備

える。本実施の形態において集光光学系は、光源と、ビームスプリッタと、カップリングレンズと、１／４波長板と、対物レンズと、絞りとを有するものである。なお、本実施の形態では、ビームスプリッタは集光光学系に含まれないものと見なしてもよい。

【００５３】

また、対物レンズ１は、光軸に対し垂直方向に延びた面を持つフランジ部１ｅを有する。このフランジ部１ｅにより、対物レンズ１を光ピックアップ装置に精度よく取付けることができる。また、カップリングレンズ２は、対物レンズ１で発生する軸上色収差と逆極性の軸上色収差を発生させるような回折構造を有する。

【００５４】

光情報記録媒体の情報記録面５からの情報の再生について説明する。半導体レーザ３から出射した発散光がカップリングレンズ２で発散角を変えて１／４波長板７、絞り８を介して対物レンズ１により光情報記録媒体の情報記録面５に集光され、この情報記録面５で情報ピットにより変調されて反射した光束が対物レンズ１、絞り８，１／４波長板７，カップリングレンズ２，ビームスプリッタ６，集光レンズ９を介して、光検出器４へ入射し、これにより生じた出力信号で光情報記録媒体の情報記録面に記録された情報を再生することができる。

【００５５】

以上のような情報の再生時に、半導体レーザ３にモードホップ現象が生じると、半導体レーザ３は６００ｎｍ以下の短波長のレーザ光を発生させるので、対物レンズ１において集光位置の変化量が大きくなり軸上色収差が発生するが、この対物レンズ１で発生する軸上色収差と逆極性の軸上色収差がカップリングレンズ２の回折構造で発生するので、カップリングレンズ２及び対物レンズ１を含む集光光学系を介して光情報記録媒体の情報記録面５にスポットを結んだときの波面は軸上色収差が相殺された状態であり、集光光学系全体として光源の波長変動の範囲内で軸上色収差が良好に補正されるのである。また、光情報記録媒体の情報記録面５への情報の記録の場合も，上述の説明と同様に，半導体レーザ３にモードホップ現象が生じても，カップリングレンズ２及び対物レンズ１を含む集光光学系を介して光情報記録媒体の情報記録面５にスポットを結んだときの波面は軸

上色収差が相殺された状態であるので、安定した情報の記録が可能である。

【００５６】

次に、図２により別の光ピックアップ装置について説明する。図２の光ピックアップ装置は、図１と比べて対物レンズ１が２群２枚構成となっている点が異なる。図２では対物レンズ１が第１レンズ１ａと第２レンズ１ｂとから構成され、第１レンズ１ａと第２レンズ１ｂとが保持部材１ｃにより一体化される。保持部材１ｃのフランジ部１ｄにより対物レンズ１を光ピックアップ装置に精度よく取付けることができる。図２の光ピックアップ装置によれば、図１と同様に、対物レンズ１で発生する軸上色収差と逆極性の軸上色収差がカップリングレンズ２の回折構造で発生するので、集光光学系全体として光源の波長変動の範囲内で軸上色収差が良好に補正される。

【００５７】

〈第２の実施の形態〉

【００５８】

次に、本発明による第２の実施の形態の光学素子について説明する。この光学素子は、輪帯状の回折構造を設けた回折光学素子であり、例えば上述の図１，図２のカップリングレンズを構成することができる。

【００５９】

図１１は、一方の光学面（Ｓ１）を平面として、その上に輪帯状の回折構造を形成し、さらに他方の光学面（Ｓ２）を非球面の屈折面とした光学素子の断面図（ａ）及びＡ方向からみた正面図（ｂ）である。図１１ではＳ１面の輪帯構造を強調して描いているが、実際の輪帯構造は、光軸に垂直な方向の輪帯間隔が数μｍ程度、光軸方向の輪帯の高さは１μｍ程度の微少な構造である。Ｓ２面は非球面の屈折面としたが、球面の屈折面でもよく、さらに図１（ｃ）のＳ２面の拡大図に示すように非球面及び／または非球面の屈折面の上に輪帯状の回折構造を形成しても良い。この場合は、上述の式（９）、Ｐ／λ＞２０を満たすように輪帯構造を決定することにより、ＳＰＤＴによる切削金型加工が可能となる。

【００６０】

図１２は、切削加工において先端部の半径（Ｒｂ）がそれぞれ１．０μｍ，０

．７μｍ，０．５μｍのバイトをそれぞれ使用し、平板の基板上にブレーズ構造を形成した際のブレーズ構造の周期（Ｐ／λ）と１次回折効率の理論値との関係を示す図である。ただし、基板の屈折率を１．５、波長（λ）を４０５ｎｍとした。

【００６１】

図１２から分かるように、先端部の半径Ｒｂが０．５μｍのバイトを用いたとしても、ブレーズ構造の周期Ｐ／λが１０以下となった場合、回折効率は８０％以下になってしまい、十分な光利用効率が得られない。したがって、ブレーズ構造の周期Ｐ／λが２０以下、特に１０以下となるような場合には、位相不整合部分が生じる恐れのない電子ビーム描画方式による回折光学素子の作製方法が非常に有効である。

【００６２】

【実施例】

次に、本発明による実施例１～６について説明する。各実施例におけるカップリングレンズ、対物レンズ及びこれらの合成系に関するデータの一覧表を表１に示す。

【００６３】

【表１】

実施例一覧表

実施例		1	2	3	4	5	6
カップリングレンズ	構成	片面回折	両面回折	両面回折	両面回折	片面回折	両面回折
	λ(nm)	405	405	405	405	405	405
	NA	0.125	0.08	0.125	0.08	0.2	0.2
	f(mm)	12.00	18.75	12.00	18.75	9.35	9.35
	P_D/P_{TOTAL}	0.7	1.1	0.5	0.7	2.2	2.4
	$f\cdot\lambda\cdot\Sigma(ni/(Mi\cdot Pi^2))$	1.52	0.55	0.23	0.36	1.53	0.47
	$(\Delta f/f)\cdot NA\cdot(\lambda/\Delta\lambda)$ (ただし、$\Delta\lambda=+10nm$とした)	-0.07	-0.09	-0.05	-0.05	-0.08	-0.04
	P／λ (光源側)	11.4	23.0	32.3	33.8	7.7	7.4
	P／λ (光情報記録媒体側)	-	23.0	32.3	32.1	-	36.3
対物レンズ	構成	1群1枚	1群1枚	2群2枚	2群2枚	1群1枚	1群1枚
	λ(nm)	405	405	405	405	405	405
	NA	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
	f(mm)	1.765	1.765	1.765	1.765	2.2	2.2
	$\lvert\Delta fB(\mu m)\rvert$ (ただし、$\Delta\lambda=+10nm$とした)	2.9	2.9	2.6	2.6	3.6	3.6
合成系	$\lvert\Delta fB(\mu m)\rvert$	0.8	1.6	0.2	0.2	0.8	0.2
	$\lvert\Delta fB\cdot NA_{OBJ}^2\rvert(\mu m)$ (ただし、$\Delta\lambda=+10nm$とした)	0.6	1.2	0.1	0.1	0.6	0.1

【００６４】

各実施例のカップリングレンズに設けられる回折面は、回折レリーフをはずしたマクロ的な形状を示す母非球面と、光路差函数とで表す。光路差関数は基準波長の回折光に対し回折面によって付加される光路差をあらわすものとし、光路差

関数の値がｍλ（ｍは回折次数）変わるごとに回折輪帯を設けている。光路差関数は上述の式（Ａ）により表す。

【００６５】

また、各実施例のカップリングレンズ、対物レンズにおける非球面は、次の式（Ｂ）で表す。

【００６６】

$$x=(h^2/r)/\{1+\sqrt{(1-(1+k)(h^2/r^2))}\}+A_4h^4+A_6h^6+\cdots \quad (B)$$

但し、A_4，A_6，・・・：非球面係数、ｋ：円錐係数、ｒ：近軸曲率半径であり、ｒ、ｄ、ｎ、はレンズの曲率半径、面間隔、屈折率を表す。

【００６７】

〈実施例１〉

【００６８】

本実施例は光源に発振波長４０５ｎｍの青紫色半導体レーザを用い、対物レンズとして１群１枚構成で開口数０．８５のレンズを用いたものである。１群１枚構成のカップリングレンズの光源側の面を回折面とすることで、対物レンズで発生する軸上色収差を補正した。また、カップリングレンズの光情報記録媒体側の面を非球面とすることでカップリングレンズの収差を精緻に補正した。実施例１のレンズデータを表２に示す。また、実施例１の光路図を図３に、球面収差図を図４に示す。

【００６９】

【表２】

実施例1

面番号		r(mm)	d(mm)	Nλ	νd
0	光源		11.620		
1	カップリング	-55.623	1.200	1.52491	56.5
2	レンズ	-13.188	9.000		
3	絞り	∞	0.000		
4	対物レンズ	1.194	2.650	1.52491	56.5
5		-0.975	0.355		
6	透明基板	∞	0.100	1.61949	30.0
7		∞			

非球面係数

第2面	κ	2.1216E+00
	A4	1.2133E-03
	A6	6.4151E-05
	A8	-2.5180E-05
	A10	4.1328E-06

第4面	κ	-6.8335E-01
	A4	1.6203E-02
	A6	1.5491E-03
	A8	2.8929E-03
	A10	-3.6771E-04
	A12	-3.5822E-04
	A14	1.4842E-04
	A16	1.1960E-04
	A18	-3.0230E-05
	A20	-1.1052E-05

第5面	κ	-2.1704E+01
	A4	3.0802E-01
	A6	-6.3950E-01
	A8	5.8536E-01
	A10	-2.1562E-01
	A12	-2.5227E-04

回折面係数

第1面	b2	-2.7188E-02
	b4	-6.2483E-04

【００７０】

〈実施例２〉

【００７１】

本実施例は光源に発振波長４０５ｎｍの青紫色半導体レーザを用い、対物レンズとして１群１枚構成で開口数０．８５のレンズを用いたものである。１群１枚構成のカップリングレンズの両面を回折レンズとすることで、対物レンズで発生する軸上色収差を補正した。また、回折のパワーを２つの面に分配したことでそれぞれの面の回折輪帯の間隔は約１０μｍと大きく確保されており、製造誤差等による回折効率の低下の少ないカップリングレンズとなっている。実施例２のレンズデータを表３に示す。また、実施例２の光路図を図５に、球面収差図を図６に示す。

【００７２】

【表３】

実施例2

面番号		r(mm)	d(mm)	Nλ	νd
0	光源		18.154		
1	カップリング	-38.058	1.200	1.52491	56.5
2	レンズ	-60.391	9.000		
3	絞り	∞	0.000		
4	対物レンズ	1.194	2.650	1.52491	56.5
5		-0.975	0.355		
6	透明基板	∞	0.100	1.61949	30.0
7		∞			

非球面係数

第4面	κ	-6.8335E-01
	A4	1.6203E-02
	A6	1.5491E-03
	A8	2.8929E-03
	A10	-3.6771E-04
	A12	-3.5822E-04
	A14	1.4842E-04
	A16	1.1960E-04
	A18	-3.0230E-05
	A20	-1.1052E-05

第5面	κ	-2.1704E+01
	A4	3.0802E-01
	A6	-6.3950E-01
	A8	5.8536E-01
	A10	-2.1562E-01
	A12	-2.5227E-04

回折面係数

第1面	b2	-1.3614E-02
	b4	-3.0799E-04

第2面	b2	-1.5816E-02
	b4	2.7372E-04

【００７３】

また、実施例１および２に用いた対物レンズでは、短波長側で補正不足、長波長側で補正過剰の球面収差が発生する。実施例１および２においては、カップリングレンズの回折構造の作用により、集光光学系全系の軸上色収差を補正過剰とすることで基準波長（４０５ｎｍ）の球面収差カーブと長・短波長側の球面収差カーブを交差させている。これにより、光源の波長がシフトした際の最適書き込み位置の移動を小さく抑えることが可能となり、光源のモードホップ現象や高周

波重畳時の波面収差の劣化の小さい光学系とすることができた。

【００７４】

さらに、回折の作用により、対物レンズで発生する長・短波長側の球面収差カーブを基準波長の球面収差カーブとほぼ平行になるように補正し、かつ集光光学系全系の軸上色収差を補正するよりも上記のように、長・短波長側の球面収差カーブは補正せずに、集光光学系全系の軸上色収差を補正過剰とすることで基準波長（４０５ｎｍ）の球面収差カーブと長・短波長側の球面収差カーブを交差させた方が、回折のパワーが少なくてすむので、輪帯の間隔を大きくすることができる。

【００７５】

また、軸上色収差の変化量ΔＣＡは、図４および図６の球面収差図において４０５ｎｍ，４１５ｎｍの球面収差カーブの下端の移動幅で示され、移動方向は光源の波長の長波長側へのシフトにより、バックフォーカスが短くなる方向となる。なお、マージナル光線の球面収差の変化量ΔＳＡは４０５ｎｍの球面収差カーブをその下端が４１５ｎｍの球面収差カーブの下端に重なる位置まで平行移動させた際の球面収差カーブの上端と４１５ｎｍの球面収差カーブの上端との幅により示される。

【００７６】

〈実施例３〉

【００７７】

本実施例は光源に発振波長４０５ｎｍの青紫色半導体レーザを用い、対物レンズとして２群２枚構成で開口数０．８５のレンズを用いたものである。１群１枚構成のカップリングレンズの両面を回折レンズとすることで、対物レンズで発生する軸上色収差を補正した。また、カップリングレンズの光情報記録媒体側の面を非球面とすることでカップリングレンズの収差を精緻に補正した。回折のパワーを２つの面に分配したことでそれぞれの面の回折輪帯の間隔は約１３μｍと大きく確保されており、製造誤差等による回折効率の低下の少ないカップリングレンズとなっている。実施例３のレンズデータを表４に示す。また、実施例３の光路図を図７に、球面収差図を図８に示す。

【００７８】

【表４】

実施例3

面番号		r(mm)	d(mm)	Nλ	νd
0	光源		11.450		
1	カップリング	86.357	1.200	1.52491	56.5
2	レンズ	-14.695	9.000		
3	絞り	∞	0.000		
4	対物レンズ	2.074	2.400	1.52491	56.5
5		8.053	0.100		
6		0.863	1.100	1.52491	56.5
7		∞	0.240		
8	透明基板	∞	0.100	1.61949	30.0
9		∞			

非球面係数

第2面	κ	1.5853E+00
	A4	-2.7899E-04
	A6	-8.4813E-05
	A8	4.3748E-05

第4面	κ	-1.2955E-01
	A4	-3.7832E-03
	A6	5.1667E-04
	A8	-1.1780E-03
	A10	-2.0628E-04
	A12	2.5941E-05
	A14	1.4917E-04
	A16	-5.1578E-05

第5面	κ	4.7554E+01
	A4	1.3641E-02
	A6	-2.9201E-02
	A8	-9.3339E-03
	A10	3.3011E-02
	A12	-2.2626E-02

第6面	κ	-7.1425E-01
	A4	1.3647E-01
	A6	-5.3414E-02
	A8	3.0269E-01
	A10	-1.6898E-01

回折面係数

第1面	b2	-9.9080E-03
	b4	-5.8306E-05

第2面	b2	-1.1457E-02
	b4	3.2838E-04

【００７９】

〈実施例４〉

【００８０】

本実施例は光源に発振波長４０５ｎｍの青紫色半導体レーザを用い、対物レンズとして２群２枚構成で開口数０．８５のレンズを用いたものである。１群１枚構成のカップリングレンズの両面を回折レンズとすることで、対物レンズで発生する軸上色収差を補正した。回折のパワーを２つの面に分配したことでそれぞれの面の回折輪帯の間隔は約１３μｍと大きく確保されており、製造誤差等による回折効率の低下の少ないカップリングレンズとなっている。実施例４のレンズデータを表５に示す。また、実施例４の光路図を図９に、球面収差図を図１０に示す。

【００８１】

【表５】

実施例4

面番号		r(mm)	d(mm)	Nλ	νd
0	光源		18.270		
1	カップリング	∞	1.200	1.52491	56.5
2	レンズ	-35.070	9.000		
3	絞り	∞	0.000		
4	対物レンズ	2.074	2.400	1.52491	56.5
5		8.053	0.100		
6		0.863	1.100	1.52491	56.5
7		∞	0.240		
8	透明基板	∞	0.100	1.61949	30.0
9		∞			

非球面係数

第4面	κ	-1.2955E-01
	A4	-3.7832E-03
	A6	5.1667E-04
	A8	-1.1780E-03
	A10	-2.0628E-04
	A12	2.5941E-05
	A14	1.4917E-04
	A16	-5.1578E-05

第5面	κ	4.7554E+01
	A4	1.3641E-02
	A6	-2.9201E-02
	A8	-9.3339E-03
	A10	3.3011E-02
	A12	-2.2626E-02

第6面	κ	-7.1425E-01
	A4	1.3647E-01
	A6	-5.3414E-02
	A8	3.0269E-01
	A10	-1.6898E-01

回折面係数

第1面	b2	-1.0612E-02
	b4	2.1532E-04

第2面	b2	-8.8437E-03
	b4	-1.7758E-04

【００８２】

〈実施例５〉

本実施例は光源に発振波長４０５ｎｍの青紫色半導体レーザを用い、対物レンズとして１群１枚構成で開口数０．８５のレンズを用いたものである。１群１枚構成のカップリングレンズの光源側の面を輪帯状の回折構造を形成した回折面とすることにより、対物レンズで発生する軸上色収差を補正した。

【００８３】

この輪帯構造の輪帯の最小間隔は、有効径内で３．１μｍ（Ｐ／λ＝７．７）であるので、ＳＰＤＴ（ダイヤモンド超精密切削技術）による金型加工では不要光が多く発生してしまい、十分な回折効率は得られない。そこで、回折構造を形成するベースとなる面を平面とすることで電子ビーム描画方式による高精度な金型加工を可能とした。また、カップリングレンズの光情報記録媒体側の面を非球面の屈折面とすることでカップリングレンズの収差を精緻に補正した。実施例５のレンズデータを表６に示す。また、実施例５の光路図を図１３に、球面収差図を図１４に示す。

【００８４】

【表６】

実施例5

面番号		r(mm)	d(mm)	Nλ	νd
0	光源		8.783		
1	カップリング	∞	1.500	1.52491	56.5
2	レンズ	-8.519	9.000		
3	絞り	∞	0.000		
4	対物レンズ	1.495	3.420	1.52491	56.5
5		-1.079	0.405		
6	透明基板	∞	0.100	1.61949	30.0
7		∞			

非球面係数

第2面	κ	3.6689E+00
	A4	2.9240E-03
	A6	6.8648E-05
	A8	1.6249E-06

第4面	κ	-6.8372E-01
	A4	8.2060E-03
	A6	8.9539E-04
	A8	2.0706E-04
	A10	1.5169E-04
	A12	-5.5781E-05
	A14	-6.4051E-07
	A16	6.3232E-06
	A18	-5.5076E-07
	A20	-1.8235E-07

第5面	κ	-2.0952E+01
	A4	2.1572E-01
	A6	-3.4704E-01
	A8	2.5518E-01
	A10	-7.5892E-02
	A12	5.5326E-05

回折面係数

第1面	b2	-2.4130E-02
	b4	-1.2410E-03

【００８５】

〈実施例６〉

本実施例は光源に発振波長４０５ｎｍの青紫色半導体レーザを用い、対物レンズとして１群１枚構成で開口数０．８５のレンズを用いたものである。１群１枚構成のカップリングレンズの光源側の面を輪帯状の回折構造を形成した回折面とすることにより、対物レンズで発生する軸上色収差及び光源の発振波長が変化した際の球面収差を補正した。

【００８６】

この輪帯構造の輪帯の最小間隔は、有効径内で３．０μｍ（Ｐ／λ＝７．４）

であるので、回折構造を形成するベースとなる面を平面とすることで電子ビーム描画方式による高精度な金型加工を可能とした。また、カップリングレンズの光情報記録媒体側の面を非球面の上に輪帯状の回折構造を形成した回折面とすることにより、カップリングレンズの収差及び光学系全系の収差をより精緻に補正した。この光情報記録媒体側の面に形成された輪帯回折構造の最小輪帯間隔は有効径内で１４．７μｍ（Ｐ／λ＝３６．３）であるので、ＳＰＤＴによる金型加工で十分な回折効率を得ることができる。実施例６のレンズデータを表７に示す。また、実施例６の光路図を図１５に、球面収差図を図１６に示す。

【００８７】

【表７】

実施例6

面番号		r(mm)	d(mm)	Nλ	νd
0	光源		8.747		
1	カップリング	∞	1.500	1.52491	56.5
2	レンズ	-8.023	9.000		
3	絞り	∞	0.000		
4	対物レンズ	1.495	3.420	1.52491	56.5
5		-1.079	0.405		
6	透明基板	∞	0.100	1.61949	30.0
7		∞			

非球面係数

第2面	κ	0.0000E+00
	A4	2.2042E-04
	A6	8.8017E-04

第4面	κ	-6.8372E-01
	A4	8.2060E-03
	A6	8.9539E-04
	A8	2.0706E-04
	A10	1.5169E-04
	A12	-5.5781E-05
	A14	-6.4051E-07
	A16	6.3232E-06
	A18	-5.5076E-07
	A20	-1.8235E-07

第5面	κ	-2.0952E+01
	A4	2.1572E-01
	A6	-3.4704E-01
	A8	2.5518E-01
	A10	-7.5892E-02
	A12	5.5326E-05

回折面係数

第1面	b2	-2.2191E-02
	b4	-3.8575E-03
	b6	9.2001E-04
	b8	-1.4435E-04
	b10	6.5823E-06

第2面	b2	0.0000E+00
	b4	3.0446E-03
	b6	-1.0088E-03
	b8	6.2191E-05

【００８８】

なお、実施例１乃至６における集光光学系の光学素子の材料はすべてプラスチック材料としたので、軽量で、かつ安価に大量生産が可能である。また、表２～表７では、１０のべき乗の表現にＥ（またはｅ）を用いて、例えば、Ｅ－０２（＝10^{-2}）のように表している。

【００８９】

【発明の効果】

本発明によれば、レーザ光源のモードホップ現象等に起因して対物レンズで発生する軸上色収差を効果的に補正できるカップリングレンズ、集光光学系、光ピックアップ装置、記録装置及び再生装置を提供できる。また、光ピックアップ装置に用いられる回折構造を有する光学素子であって、電子ビーム描画方式により回折構造を形成可能な形状を有する回折光学素子及びかかる回折光学素子を備えた光ピックアップ装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図１】

本発明の第１の実施の形態による光ピックアップ装置の概略図である。

【図２】

本発明の第２の実施の形態による別の光ピックアップ装置の概略図である。

【図３】

実施例１における集光光学系の光路図である。

【図４】

実施例１の球面収差図である。

【図５】

実施例２における集光光学系の光路図である。

【図６】

実施例２の球面収差図である。

【図７】

実施例３における集光光学系の光路図である。

【図８】

実施例３の球面収差図である。

【図９】

実施例４における集光光学系の光路図である。

【図１０】

実施例４の球面収差図である。

【図１１】

本発明の第２の実施の形態による光学素子の断面図（ａ）、Ａ方向からみた正

面図（ｂ）、及びＳ２面の拡大図（ｃ）である。

【図１２】

図１１の光学素子の効果を説明するための図であって、切削加工において先端部の半径（Ｒｂ）がそれぞれ１．０μｍ，０．７μｍ，０．５μｍのバイトをそれぞれ使用し、平板の基板上にブレーズ構造を形成した際のブレーズ構造の周期（Ｐ／λ）と１次回折効率の理論値との関係を示す図である。

【図１３】

実施例５における集光光学系の光路図である。

【図１４】

実施例５の球面収差図である。

【図１５】

実施例６における集光光学系の光路図である。

【図１６】

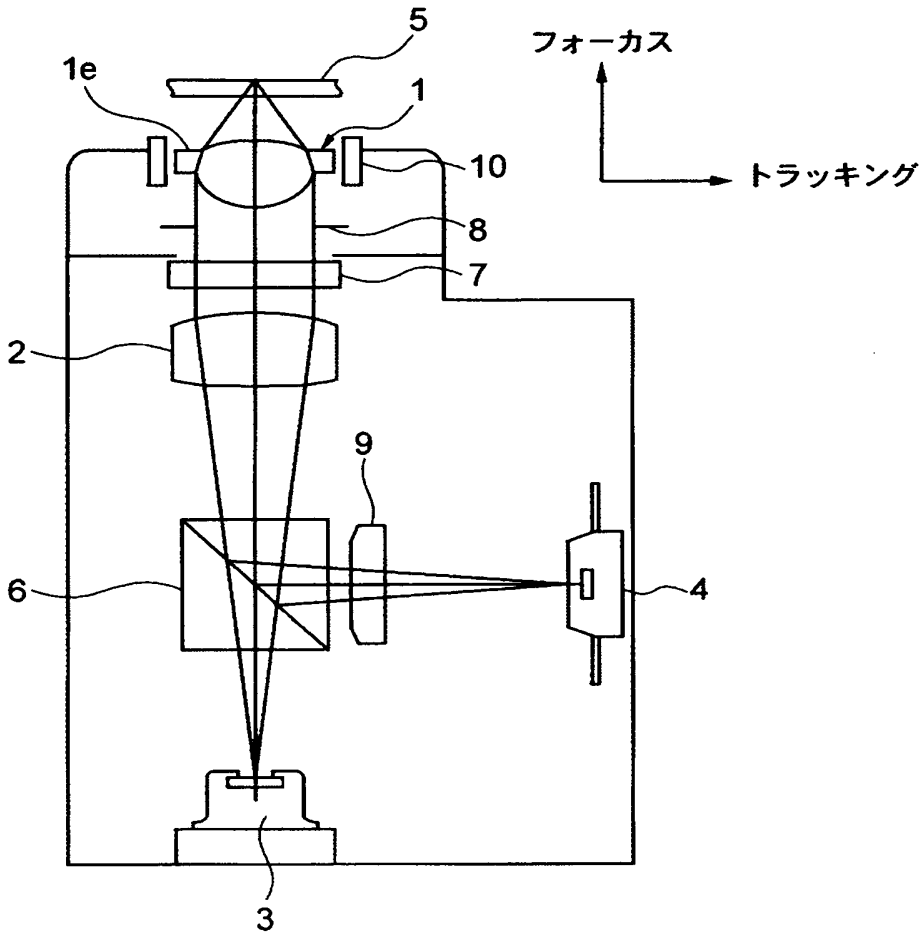
実施例６の球面収差図である。

【符号の説明】

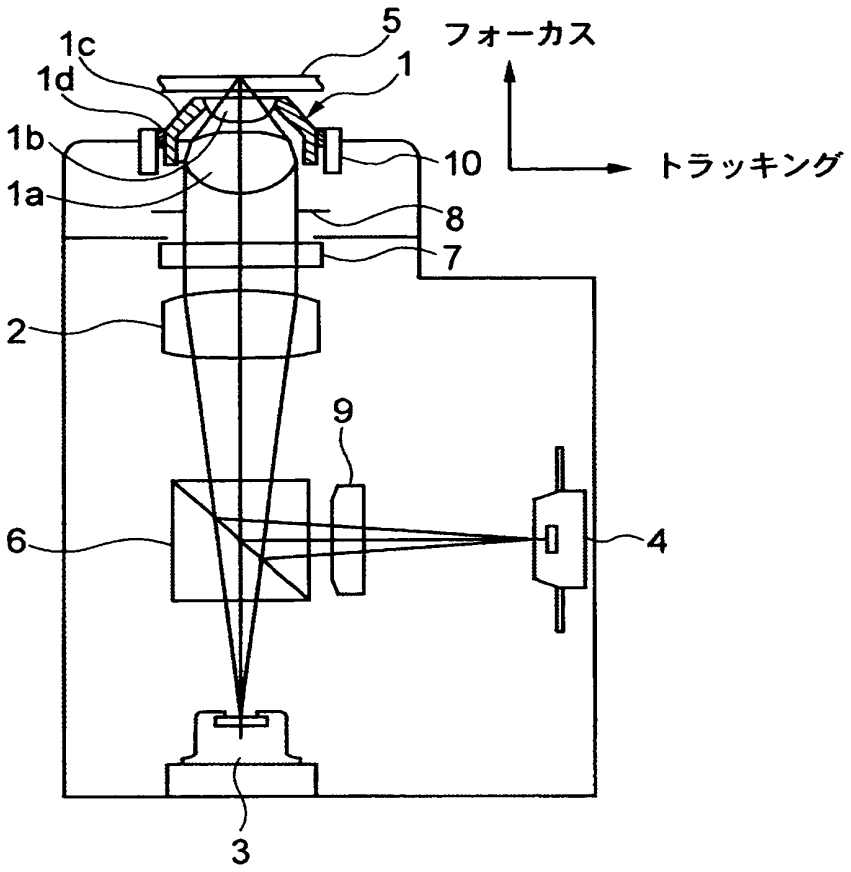
１	対物レンズ
２	カップリングレンズ
３	半導体レーザ（光源）
５	情報記録面
Ｓ１	光学素子の一方の光学面
Ｓ２	光学素子の他方の光学面

【書類名】　　図面

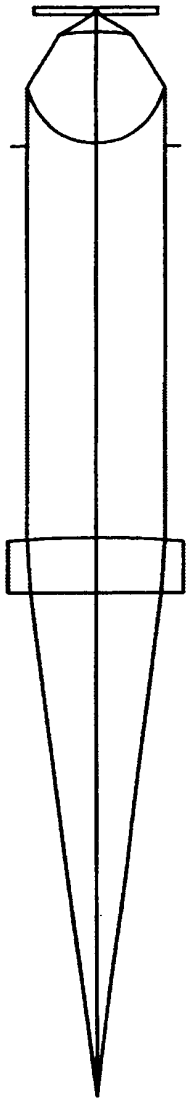
【図１】



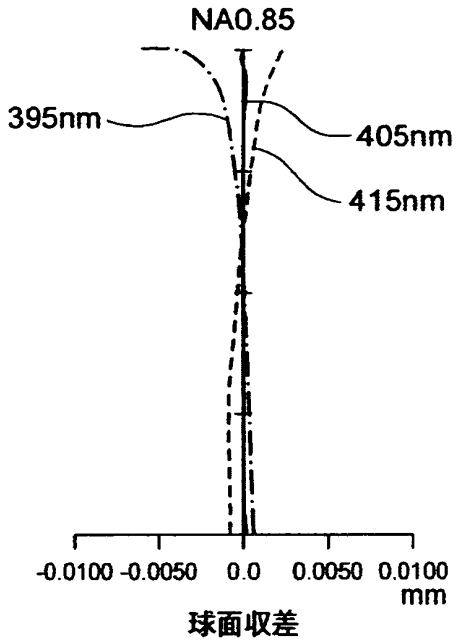
【図２】



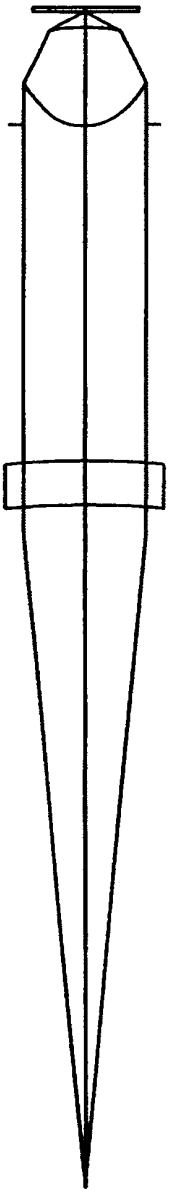
【図３】



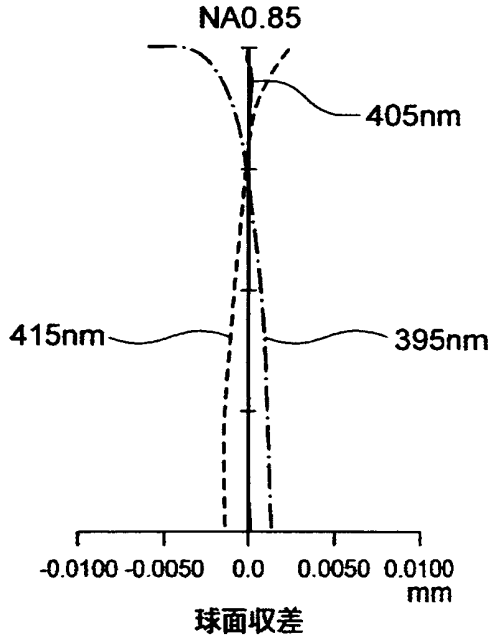
【図４】



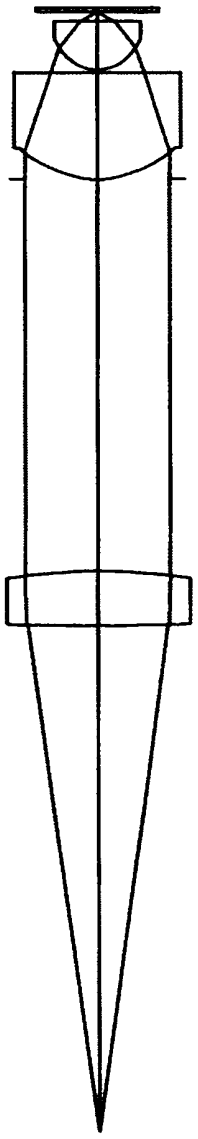
【図５】



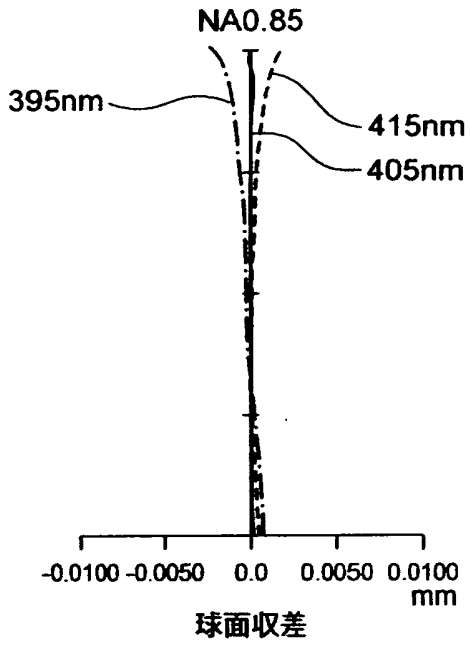
【図６】



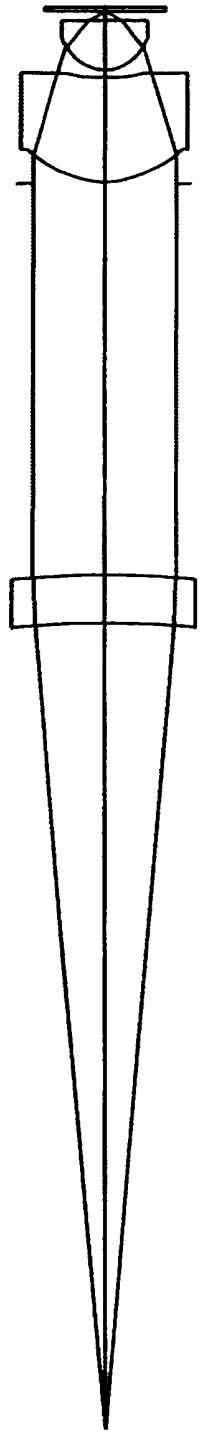
【図７】



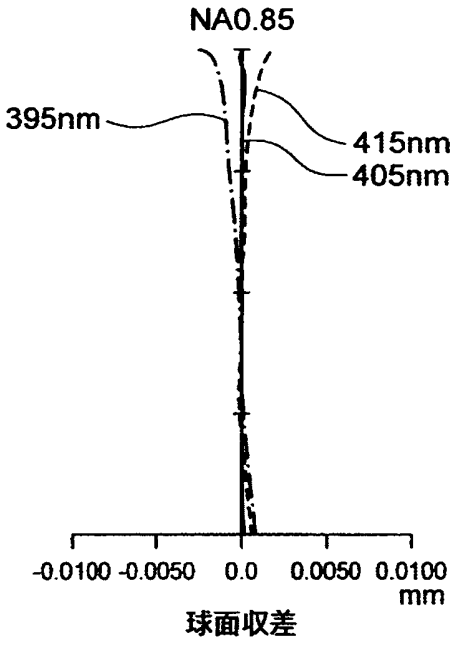
【図８】



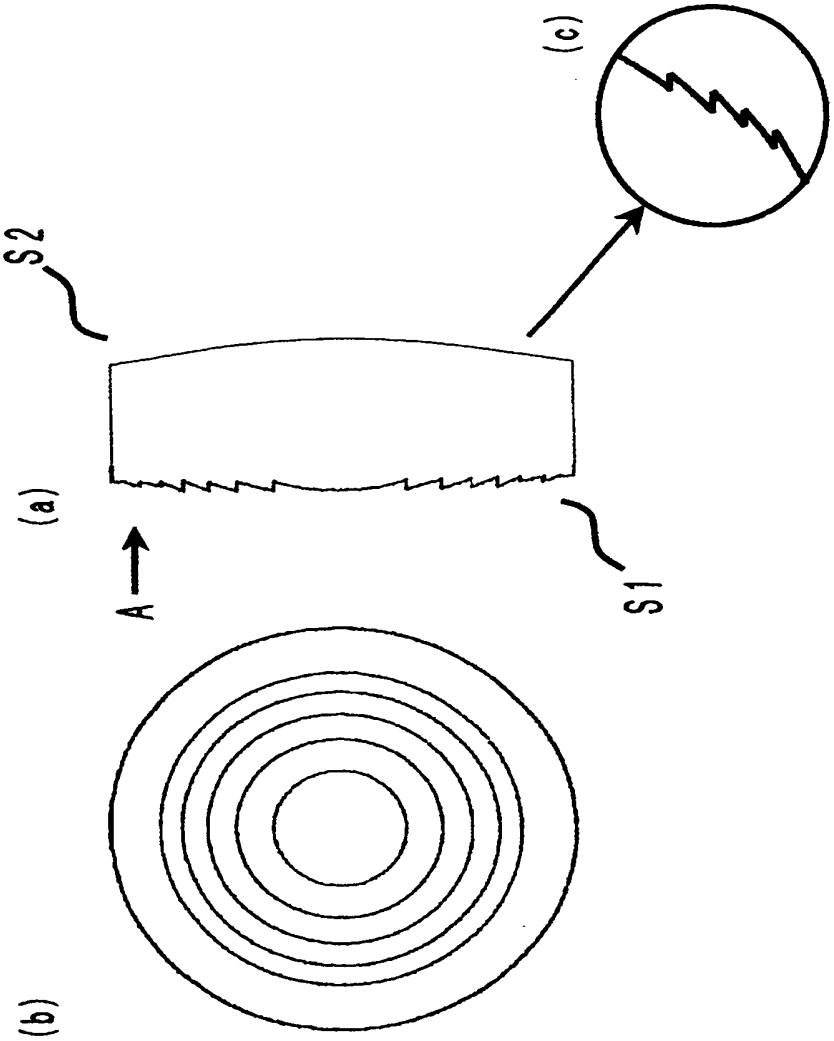
【図９】



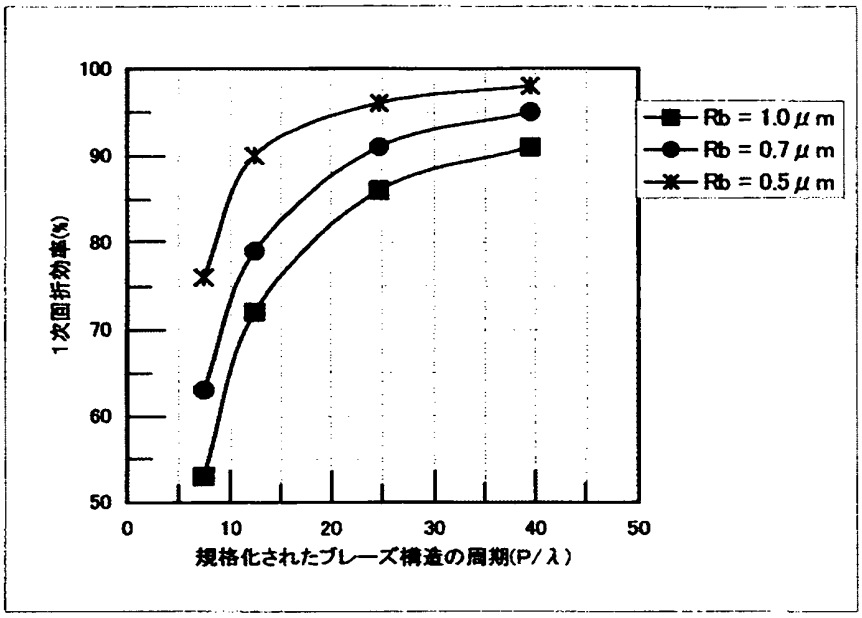
【図１０】



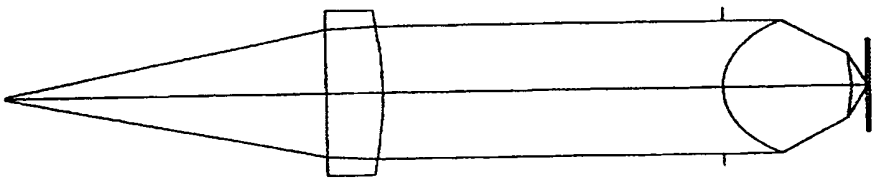
【図１１】



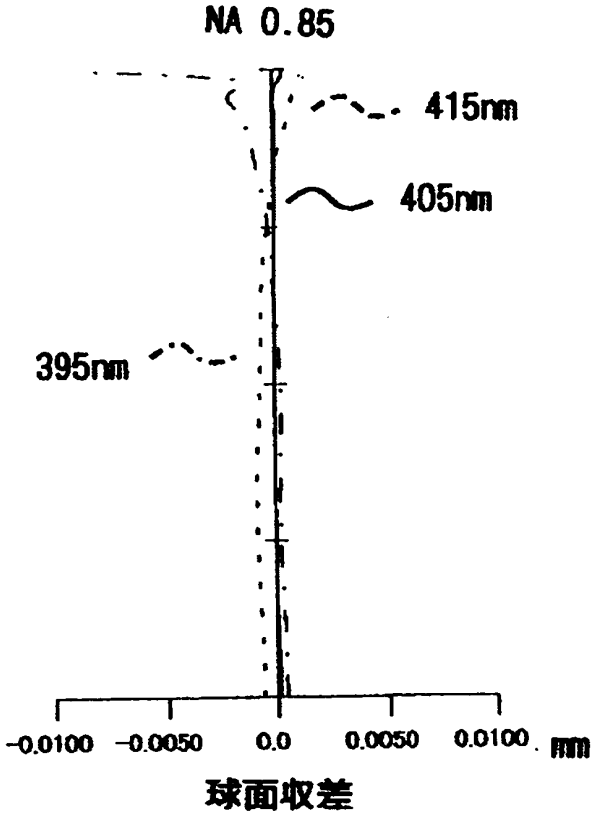
【図１２】


100
90
80
70
60
50
0
10
20
30
40
50
1次回折効率(%)
規格化されたブレーズ構造の周期(P/λ)
Rb = 1.0μm
Rb = 0.7μm
Rb = 0.5μm

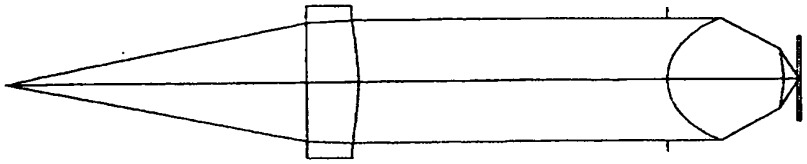
【図１３】



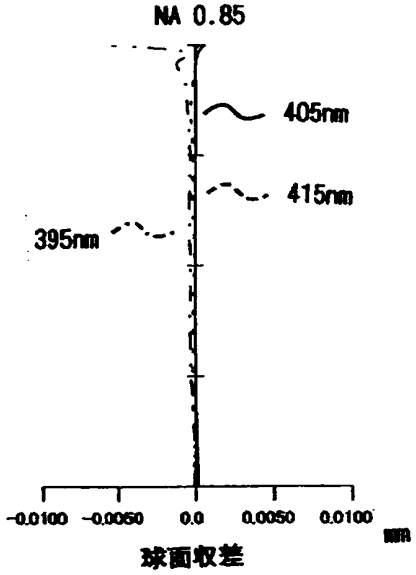
【図１４】



【図１５】



【図１６】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】　レーザ光源のモードホップ現象等に起因して対物レンズで発生する軸上色収差を効果的に補正できるカップリングレンズ、集光光学系、光学素子、光ピックアップ装置、記録装置及び再生装置を提供する。

【解決手段】　このカップリングレンズ２は、光源３から射出された発散光の発散角を変え、対物レンズ１に入射させる。カップリングレンズは、少なくとも１つの面が輪帯状の回折構造を有する回折面とされ、光源の基準波長よりも１０ｎｍ短い波長に対し焦点距離が長くなるように軸上色収差が過剰補正され、次式を満たす。０．０５≦ＮＡ≦０．５０（ＮＡ：カップリングレンズの開口数）

【選択図】　図１

認定・付加情報

特許出願の番号	特願２００１－０２５４６３
受付番号	５０１００１４１８９４
書類名	特許願
担当官	大畑　智昭　　７３９２
作成日	平成１３年　２月　５日

＜認定情報・付加情報＞

【提出日】　平成13年 2月 1日

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号　〔０００００１２７０〕

１．変更年月日　１９９０年　８月１４日
［変更理由］　新規登録
住　所　東京都新宿区西新宿１丁目２６番２号
氏　名　コニカ株式会社